

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 23 067 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
F 16 K 7/00

F 16 K 7/12  
F 15 C 3/04  
F 15 D 1/00  
G 01 F 11/28  
// A61M 39/00, B64G  
1/22, C30B 33/06

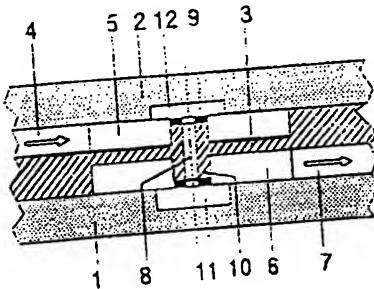
⑯ Anmelder:  
Joswig, Jürgen, Dipl.-Ing., D-8029 Dresden, DE

⑯ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑯ Vertreter:  
Lippert, H., Dipl.-Ing., 51427 Bergisch Gladbach;  
Stachow, E., Prof. Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 42651  
Solingen; Solms, J., Dipl.-Ing., 51427 Bergisch  
Gladbach; Schmidt, U., Dipl.-Ing.(FH); Adler, P.,  
Dipl.-Ing. Faching.f.Schutzrechtswesen; Hudler, F.,  
Dipl.-Ing. Pat.-Ing., Pat.-Anwälte, 01309 Dresden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt  
⑯ Mikromechanischer Durchflußbegrenzer in Mehrschichtenstruktur

⑯ Mit der erfindungsgemäßen Lösung soll ein mit großer Zuverlässigkeit arbeitender mikromechanischer Durchflußbegrenzer in Mehrschichtenstruktur geschaffen werden, mit welchem ein übermäßiges Rückfließen des Mediums verhindert wird und welches vor zu hohen Durchflüssen schützt. Der mikromechanische Durchflußbegrenzer besteht im wesentlichen aus drei übereinander angeordneten und unlösbar miteinander verbundenen Schichten (1; 2; 3), wobei die mittlere Schicht (2) als Membran fungiert, flächenartige Strukturierungen und einen mittigen Durchgang (8) aufweist. Beidseitig um den Durchgang angeordnete Wälle (9; 10) halten den Durchflußbegrenzer geschlossen bzw. geben den Durchfluß frei. Der mikromechanische Durchflußbegrenzer arbeitet passiv, das heißt unabhängig von einem von außen steuerbaren Betätigungs element. Die Steuerung des Mediendurchflusses geschieht über die im Durchflußbegrenzer herrschenden Druckverhältnisse. Der Durchflußbegrenzer ist zwecks Erhöhung der Zuverlässigkeit mit weiteren mikromechanischen Elementen in Mehrschichtenstruktur koppelbar.



DE 42 23 067 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 11.93 308 063/99

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen mikromechanischen Durchflußbegrenzer in Mehrschichtenstruktur, insbesondere für kleine Durchflußmengen, der im wesentlichen aus mindestens drei, unlösbar miteinander verbundenen Schichten besteht, die mit einem Betätigungs element gekoppelt sind und wobei zwischen einer Grund- und einer Deckschicht mindestens eine membranartige Zwischenschicht mit flächenartigen Strukturierungen in Form von Ein- und Auslaßkanälen und Ein- und Auslaßkammern und einem mittigen Durchgang für den Durchfluß des Mediums angeordnet ist.

Derartige Durchflußbegrenzer sind außer in der Medizintechnik überall dort einsetzbar, wo vorgegebene Flüssigkeits- oder Gasmengen in einem bestimmten Zeitregime an bestimmte Orte transportiert werden müssen, wie es beispielsweise auch in der Labor- und Analysetechnik, in der Kfz- sowie der Luft- und Raumfahrttechnik und bei pneumatischen Steuerungen der Fall ist. Dazu dienen immer komplizierter werdende Steuersysteme, die den Durchfluß freigeben bzw. sperren und so die Medienmenge, die während der Öffnungsphasen die Steuereinrichtung passieren, regeln.

Oftmals wird bei solchen Einrichtungen gefordert, daß der Druck am Applikationsort den Innendruck des Fluids nicht übersteigt, so daß ein Rückströmen ausgeschlossen ist.

Bei vielen Anwendungsfällen erfordert es die notwendige Sicherheit, daß auch bei Ausfall eines Bauelementes sowohl ein Rückströmen als auch eine unkontrollierte Abgabe des Mediums unterbleibt. Von besonderer Bedeutung sind derartige Eigenschaften z. B. bei medizinischen Infusionssystemen, da hier oftmals das Leben eines Patienten von der korrekten Dosierung des Infusates abhängt. Ein Rückströmen muß aufgrund der Gefahr von Mikroembolien unbedingt verhindert werden.

Es sind mikromechanische Durchflußbegrenzer in Form von mikromechanischen Ventilen bekannt, die in Mehrschichtenstruktur mittels Fertigungstechniken, wie sie in der Halbleitertechnik eingesetzt werden, hergestellt werden. Die strukturierte Zwischenschicht besteht vorzugsweise aus monokristallinem Silizium, während die Grund- und die Deckschicht aus Silizium oder thermisch an das Silizium angepaßten Werkstoffen, z. B. Glas bestehen. Die Schichten werden unlösbar miteinander verbunden. Von außen ist an einer der Schichten ein piezoelektrisches, thermoelektrisches oder elektrostatisches Betätigungs element so angeordnet, daß die Schicht in diesem Bereich als Membran wirkt. Mit Ansteuerung durch das Betätigungs element werden Membran und Zwischenschicht, die unlösbar miteinander verbunden sind, ausgelenkt und der Durchfluß von Einlaß- in Auslaßkammer durch den Durchgang in der Zwischenschicht wird frei. Damit ist die Funktion des Ventils abhängig von der Antriebsspannung des Betätigungs elements, das Ventil kann jederzeit von außen geöffnet oder geschlossen werden.

Nachteilig an dieser Lösung ist, daß das Ventil nicht für alle der eingangs beschriebenen Anwendungsfälle geeignet ist, sondern nur dann, wenn lediglich eine gezielte zeitliche Dosierung des Mediums von Bedeutung ist.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, einen mit großer Zuverlässigkeit arbeitenden mikromechanischen Durchflußbegrenzer in Mehrschichtenstruktur zu schaffen, mit welchem ein übermäßiges Rückfließen des Mediums infolge veränderter Druckverhältnisse verhindert

werden kann und welches vor zu hohen Durchflüssen schützt. Je nach Einsatzfall soll er auch einen zeitlich dosierten Durchfluß des Mediums gestatten.

Erfahrungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der mikromechanische Durchflußbegrenzer als passiver Durchflußbegrenzer arbeitet und so angeordnet ist, daß das durch den Einlaßkanal in die Einlaßkammer einströmende Medium den Durchfluß durch Durchgang, Auslaßkammer und Auslaßkanal dadurch verändert, daß es während seines Durchflusses die membranartige Zwischenschicht in Richtung Auslaßkammer drückt. Dabei ist die Größe der Auslenkung der Zwischenschicht abhängig von der Durchflußmenge des Mediums und dem dadurch erzeugten Druck. Bei zu hohen Durchflußmengen wird die membranartige Zwischenschicht gegen die Innenfläche der Grundsicht gedrückt und so der Durchfluß unterbrochen. Das Betätigungs element ist so angeordnet, daß es lediglich dazu dient, die jeweils maximale Durchflußmenge einzustellen. Mit dem Ein- und/oder Auslaßkanal ist außerdem je nach Einsatzfall mindestens ein weiteres mikromechanisches Element in Mehrschichtenstruktur verbunden.

Nach einer Ausführungsform der erfahrungsgemäßen Lösung ist im Bereich der Einlaßkammer um den Durchgang in der membranartigen Zwischenschicht ein oberer Wall und im Bereich der Auslaßkammer um den Durchgang in der membranartigen Zwischenschicht ein unterer Wall angeordnet.

Bei einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist in Grund- und Deckschicht im Bereich der Wälle je eine Aussparung eingearbeitet, die so dimensioniert ist, daß sie im geöffneten Zustand des Durchflußbegrenzers den kontinuierlichen Durchfluß des Mediums über Einlaßkanal, Einlaßkammer und Durchgang in die Auslaßkammer gewährleistet und mit Erreichen der maximalen Durchflußmenge ein instabiler Zustand erreicht wird, in dessen Folge sich der jeweilige Wall an der Innenfläche der Grundsicht dicht anlegt.

Nach einer weiteren erfahrungsgemäßen Ausführungsform kann der Rückfluß des durchströmenden Mediums dadurch vollständig verhindert werden, daß die Aussparung in der Deckschicht entfällt und der obere Wall der membranartigen Zwischenschicht so dimensioniert ist, daß er im Ruhezustand an der Innenfläche der Deckschicht dicht anliegt.

Des weiteren sind die den Innenflächen von Grund- oder Deckschicht gegenüberliegenden Flächen der beiden Wälle zusätzlich mit einer Oberflächenschicht aus nichtbondbarem Material überzogen. Dabei können je nach Einsatzfall in die aus nichtbondbarem Material bestehenden Oberflächenschichten schmale radiale Kanäle eingearbeitet sein, die ein Ansaugen der Wälle verhindern.

Nach einer anderen Ausführung der Erfindung ist das Betätigungs element derart angeordnet, daß es an der Außenfläche der Grundsicht im Bereich ihrer Aussparung befestigt ist, so daß die Grundsicht in diesem Bereich eine membranartige Fläche bildet. Durch eine Auslenkung der membranartigen Fläche ändert sich die Spaltbreite und damit der maximale Durchfluß.

Die erfahrungsgemäße Lösung gestattet außerdem, daß der Durchflußbegrenzer auch ohne Betätigungs element einsetzbar ist.

Zusätzlich können zur Funktionsüberwachung in mindestens einer der Schichten im Bereich des oberen bzw. unteren Walls Schaltkontakte oder Sensoren einer Detektoreinheit angeordnet sein, die außerhalb des Durchflußbegrenzers mit einer Anzeigeeinheit verbun-

den werden und die Lage der membranartigen Zwischenschicht überwachen.

Nach einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist mit dem Ein- oder Auslaßkanal ein mikromechanisches Element gekoppelt, das mittels aktiver Ansteuerung den Durchfluß des Mediums zeitlich variabel zu- bzw. abschaltet.

Dabei ist vorgesehen, daß als aktives mikromechanisches Element vorzugsweise ein mikromechanisches Ventil für mikromechanische Dosiereinrichtungen nach der deutschen Patentanmeldung P 41 38 491.1-12 eingesetzt wird.

Die erfindungsgemäße Lösung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die Zeichnungen zeigen dabei in

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Durchflußbegrenzers ohne weiteres mikromechanische Element und ohne Betätigungsselement im Ruhezustand,

Fig. 2 den Durchflußbegrenzer nach Fig. 1 im durchflossenen Zustand,

Fig. 3 den Durchflußbegrenzer nach Fig. 1 im Endzustand und mit angeordnetem Betätigungsselement,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines rückflußfreien Durchflußbegrenzers mit eingebautem Detektor,

Fig. 5 den vergrößerten Ausschnitt A nach Fig. 4 und

Fig. 6 den Durchflußbegrenzer nach Fig. 1 mit angekoppeltem mikromechanischen Ventil.

Nach Fig. 1 besteht der erfindungsgemäße mikromechanische Durchflußbegrenzer im wesentlichen aus drei übereinander angeordneten Schichten. Die Grundsicht 1 und die Decksicht 2 bestehen vorzugsweise aus Silizium oder aus einem an Silizium thermisch angepaßten Glasmaterial. Die Zwischenschicht 3 ist aus einem Siliziumsubstrat gefertigt. Die drei Schichten sind mittels anodischem oder Waferbunden untrennbar miteinander verbunden. Grund- und Decksicht 1, 2 sind im wesentlichen gleich groß ausgebildet. Die membranartige Zwischenschicht weist beidseitig strukturierte Flächen auf, die einen Einlaßkanal 4, eine Einlaßkammer 5, eine Auslaßkammer 6 und einen Auslaßkanal 7 bilden. Des weiteren weist die membranartige Zwischenschicht 3 einen mittigen Durchgang 8 auf, durch den das Medium im geöffneten Zustand hindurchströmen kann. Rings um den Durchgang 8 sind in die Einlaßkammer 5 ragend an der membranartigen Zwischenschicht 3 ein oberer Wall 9 und in die Auslaßkammer 6 ragend ein unterer Wall 10 angeordnet.

Die Grundsicht 1 und die Decksicht 2 weisen im Bereich der Wälle 9 und 10 je eine Aussparung 11 und 12 auf, deren Tiefe abhängig ist von der maximal möglichen Auslenkung der membranartigen Zwischenschicht 3. Ihre Breite wurde so gewählt, daß ein ungehinderter Durchfluß des Mediums möglich ist und daß gleichzeitig die verbleibende Schichtdicke im Bereich der Aussparungen 11 und 12 als membranartige Fläche für ein Betätigungsselement 13, welches von außen an der Grundsicht 1 bzw. der Decksicht 2 befestigt ist, dienen kann.

Im Ausgangszustand befindet sich der untere Wall 10 der membranartigen Zwischenschicht 3, wie aus Fig. 1 ersichtlich, unmittelbar über der Aussparung 11 und der obere Wall 9 unmittelbar unter der Aussparung 12. Um zu verhindern, daß während des Bondprozesses bei der Herstellung des Durchflußbegrenzers die beiden Wälle 9, 10 unlösbar mit der Grund- bzw. Decksicht 1, 2 verbunden werden, weisen die zu der jeweiligen Schicht 1, 2 gerichteten Flächen der Wälle 9, 10 einen dünnen

Überzug aus einem nichtbondbarem Material, wie zum Beispiel Siliziumoxid oder Siliziumnitrit, auf. Um ein Ansaugen der membranartigen Zwischenschicht 3 bzw. der Wälle 9, 10 während des Betriebes zu verhindern, können die Überzüge zusätzlich schmale, radiale, kanalartige Strukturen aufweisen. Diese entfallen, wenn Wert auf absolute Dichtheit gelegt wird.

Die Funktionsweise des mikromechanischen Durchflußbegrenzers ist aus den Fig. 2 und 3 ersichtlich. Ein geringer positiver Druck, der infolge des einströmenden Mediums in die Einlaßkammer 4 entsteht, bewirkt, daß die membranartige Zwischenschicht 3 in Richtung Auslaßkammer 6 ausgelenkt wird, der obere Wall 9 gibt den Durchfluß zunehmend frei. Der Druck über der membranartigen Zwischenschicht 3 ist in diesem Falle eine Funktion des Durchflusses.

Mit steigender Durchflußmenge, damit mit steigendem Druck, wird die membranartige Zwischenschicht 3 immer mehr in Richtung Grundsicht 1 verformt. Solange der in der Einlaßkammer 4 gebildete Spalt zwischen Innenwand der Decksicht 2 und oberem Wall 9 kleiner ist, als der Spalt zwischen unterem Wall 10 und Aussparung 11 in der Grundsicht 1, nimmt der Durchflußwiderstand ab.

Erhöht sich die Durchflußmenge und damit der Druck über einen vorbestimmten Wert, wird die membranartige Zwischenschicht 3 über den kritischen Punkt, der den maximalen Durchfluß ermöglicht, hinaus verformt. Der in diesem Fall in erster Linie vom verbleibenden Spalt zwischen unterem Wall 10 und Aussparung 11 bestimmte Durchgangswiderstand steigt stark an, so daß auch der Druck über der membranartigen Zwischenschicht 3 stark steigt und den unteren Wall 10 in seine Endstellung drückt. Damit ist der Durchfluß unterbrochen. So mit wird passiv, das heißt ohne äußeren Einfluß ein kontinuierlicher Durchfluß eines Mediums gewährleistet, wobei der Durchfluß immer nur dann unterbrochen wird, wenn sich die Durchflußmenge ungewollt über ein bestimmtes Maß erhöht.

Um den Durchflußbegrenzer aus diesem Zustand heraus wieder zu öffnen, muß der auf die membranartige Zwischenschicht 3 wirkende Druck unter den Rücksetzdruck gesenkt werden.

Für solche Einsatzfälle, die eine genaue Begrenzung der maximal zulässigen Durchflußmenge oder eine ständig wechselnde maximale Durchflußmenge erfordern, ist es notwendig, zusätzlich von außen die maximale Durchflußmenge zu steuern. Dazu ist, wie Fig. 3 zeigt, an der Decksicht 2 im Bereich der Aussparung 12 ein Betätigungsselement 13 in Form einer Piezoscheibe, eines elektrostatischen oder eines thermoelektrischen Membrananregungselementes, befestigt. Die Befestigung des Betätigungsselementes 13 kann zum Beispiel durch Aufkleben auf die Außenfläche der Decksicht 2 vorgenommen werden. Die Anordnung eines solchen Betätigungsselementes 13, wie in Fig. 3 gezeigt, ist ebenso an der Grundsicht 1 im Bereich der Aussparung 11 möglich. Je nach angelegter Antriebsspannung, die in Abhängigkeit von der gewünschten maximalen Durchflußmenge variabel einstellbar ist, wird das Betätigungsselement wirksam und lenkt die als Membran wirkende Grundsicht 1 innerhalb der Aussparung 11 aus und verändert die zur Verfügung stehende Spaltbreite. Es ist möglich, zu jeder beliebigen Zeit, auch während des kontinuierlichen Durchflusses des Mediums die maximale Durchflußmenge einzustellen.

Fig. 4 und 5 zeigen, wie der aktuelle Zustand des Durchflußbegrenzers zwecks Erhöhung der Sicherheit

und zur Einbindung in komplexe Mikrosysteme ständig überprüft werden kann. Dazu sind in eine der Schichten 1, 2, hier in die Deckschicht 2, unmittelbar auf bzw. über dem oberen Wall 9 Schaltkontakte oder Sensoren 14 eingearbeitet. Diese Sensoren 14 können auf piezoresistiver Grundlage, d. h. durch Überwachung der vom Wall 10 bzw. 9 im geschlossenen Zustand in die Grund- bzw. Deckschicht 1 bzw. 2 eingeprägten mechanischen Spannungen basieren. Die aktuelle Zustandsüberprüfung kann auch durch Überwachung der vom Abstand zwischen Wall 10 bzw. 9 und Grund- bzw. Deckschicht 1 bzw. 2 abhängigen Stärke eines elektrischen Feldes, welches durch eine Kontaktspannung zwischen Wall 10 bzw. 9 und Grund- bzw. Deckschicht 1 bzw. 2 erzeugt wird, erfolgen. Diese Variante ist in Fig. 5 dargestellt.

Aus Fig. 4 ist weiterhin ersichtlich, daß der Durchflußbegrenzer auch ohne Aussparung 12 eingesetzt werden kann. Diese Variante ist für den Fall vorgesehen, daß ein Rückfließen des durchströmenden Mediums vollständig verhindert werden muß.

Um zu erreichen, daß der Durchflußbegrenzer aus dem geschlossenen Zustand schnell wieder arbeitsbereit wird und auch, um zu erreichen, daß der Durchflußbegrenzer dort eingesetzt werden kann, wo variable Ein- und Ausschaltzeiten erforderlich sind, wird, wie in Fig. 6 dargestellt ist, der Durchflußbegrenzer in Kombination mit einem mikromechanischen Ventil 21 für mikromechanische Dosiereinrichtungen eingesetzt, dessen Betätigungsselement 22 die aktive Steuerung der Ventilmembran 23 übernimmt. Das Ventil 21 ist mit dem Einlaßkanal 4 des Durchflußbegrenzers verbunden und weist im wesentlichen den gleichen Grundaufbau in Mehrschichtenstruktur auf, so daß beide Elemente auf vorteilhafte Art und Weise herstellbar sind und auch ihre Größe den Anforderungen an die Miniaturisierung nicht zuwider läuft. Die Patentanmeldung P 41 38 491.1-12 beschreibt Aufbau und Funktion des mikromechanischen Ventils 21.

Um die universelle Einsetzbarkeit des mikromechanischen Durchflußbegrenzers noch zu erhöhen, ist es auch möglich, weitere mikromechanische Elemente mit dem Durchflußbegrenzer zu koppeln. Dies ist durch Verbindung weiterer mikromechanischer Elemente sowohl mit dem Einlaßkanal 4 als auch mit dem Auslaßkanal 7 des Durchflußbegrenzers denkbar. Ebenso ist es möglich, gleichzeitig an beide Kanäle 4, 7 weitere mikromechanische Elemente anzuschließen.

Die Anordnung des mikromechanischen Durchflußbegrenzers bewirkt, daß das durchfließende Medium weder in den Wirkungsbereich elektrischer noch magnetischer Felder gerät.

Vorstellbar ist auch, den mikromechanischen Durchflußbegrenzer aus drei einzeln gefertigten Kunststoffschichten herzustellen, die die Grundschicht 1, Deckschicht 2 und membranartige Zwischenschicht 3 bilden und unlösbar miteinander verbunden werden.

#### Bezugszeichenliste

1	Grundschicht	60	10	unterer Wall
2	Deckschicht		11	Aussparung
3	membranartige Zwischenschicht		12	Aussparung
4	Einlaßkanal		13	Betätigungsselement
5	Einlaßkammer		14	Sensor
6	Auslaßkammer		21	mikromechanisches Ventil
7	Auslaßkanal		22	Betätigungsselement
8	mittiger Durchgang		23	Ventilmembran
9	oberer Wall			

#### Patentansprüche

1. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer in Mehrschichtenstruktur, insbesondere für kleine Durchflußmengen, im wesentlichen bestehend aus mindestens drei, unlösbar miteinander verbundenen Schichten, die mit einem Betätigungsselement gekoppelt sind und wobei zwischen einer Grund- und einer Deckschicht mindestens eine membranartige Zwischenschicht mit flächenartigen Strukturierungen in Form von Ein- und Auslaßkanälen und Ein- und Auslaßkammern und einem mittigen Durchgang für den Durchfluß des Mediums angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der mikromechanische Durchflußbegrenzer als passiver Durchflußbegrenzer arbeitet und so angeordnet ist, daß das durch den Einlaßkanal (4) in die Einlaßkammer (5) einströmende Medium den Durchfluß durch Durchgang (8), Auslaßkammer (6) und Auslaßkanal (7) dadurch verändert, daß es während seines Durchflusses die membranartige Zwischenschicht (3) in Richtung Auslaßkammer (6) drückt, wobei die Größe der Auslenkung der Zwischenschicht (3) abhängig ist von der Durchflußmenge des Mediums und dem dadurch erzeugten Druck und daß bei zu hohen Durchflußmengen die membranartige Zwischenschicht (3) gegen die Innenfläche der Grundschicht (1) gedrückt wird und den Durchfluß unterbricht;

daß das Betätigungsselement (13) so angeordnet ist, daß es lediglich dazu dient, die jeweils maximale Durchflußmenge einzustellen; und daß mit dem Ein- und/oder Auslaßkanal (4, 7) je nach Einsatzfall mindestens ein weiteres mikromechanisches Element (21) in Mehrschichtenstruktur verbunden ist.

2. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Einlaßkammer (5) um den Durchgang (8) in der membranartigen Zwischenschicht (3) ein oberer Wall (9) und im Bereich der Auslaßkammer (6) um den Durchgang (8) in der membranartigen Zwischenschicht (3) ein unterer Wall (10) angeordnet ist.

3. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in die Grundschicht (1) im Bereich des unteren Walles (10) eine Aussparung (11) eingearbeitet ist, die so dimensioniert ist, daß sie im geöffneten Zustand des Durchflußbegrenzers den kontinuierlichen Durchfluß des Mediums über Einlaßkanal (4), Einlaßkammer (5) und mittiger Durchgang (8) in die Auslaßkammer (6) gewährleistet, daß sich bei Überschreiten der maximalen Durchflußmenge der untere Wall (10) an der Innenfläche der Grundschicht (1) dicht anlegt und daß in die Deckschicht (2) im Bereich des oberen Walles (9) eine Aussparung (12) eingearbeitet ist, die in gleicher Weise den Rückfluß begrenzt.

4. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückfluß des durchströmenden Mediums dadurch vollständig verhindert werden kann, daß die Aussparung (12) der Deckschicht (2) entfällt und der obere Wall (9) der membranartigen Zwischenschicht (3) so dimensioniert ist, daß er im Ruhezustand an der Innenfläche der Deckschicht (2) dicht anliegt. 5

5. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die den Innenflächen von Grund- oder Deckschicht (1; 2) gegenüberliegenden Flächen der beiden Wände (9; 10) mit einer Oberflächenschicht aus nichtbondbarem Material überzogen sind. 15

6. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Einsatzfall in die aus nichtbondbarem Material bestehenden Oberflächenschichten schmale, radiale Kanäle eingearbeitet sind. 20

7. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsselement (13) derart angeordnet ist, daß es an der Außenfläche der Grundsicht (1) im Bereich ihrer Aussparung (11) befestigt ist, so daß die Grundsicht (1) in diesem Bereich eine membranartige Fläche bildet, deren Zentrum in Richtung der Flächennormalen beweglich ist. 25

8. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußbegrenzer ohne Betätigungsselement (12) einsetzbar ist. 30

9. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Funktionsüberwachung in mindestens einer der Schichten (1; 2; 3) im Bereich des oberen bzw. unteren Walls (9; 10) Schaltkontakte oder Sensoren (13) einer Detektoreinheit angeordnet sind, die außerhalb des Durchflußbegrenzers mit einer Anzeigeeinheit verbunden sind. 35

10. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Ein- oder Auslaßkanal (4; 7) ein mikromechanisches Element gekoppelt ist, das mittels aktiver Ansteuerung den Durchfluß des Mediums zeitlich variabel 40 zu- bzw. abschaltet.

11. Mikromechanischer Durchflußbegrenzer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als aktives mikromechanisches Element vorzugsweise ein mikromechanisches Ventil (21) für mikromechanische Dosiereinrichtungen nach der deutschen Patentanmeldung P 41 38 491.1 — 12 eingesetzt wird. 50

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

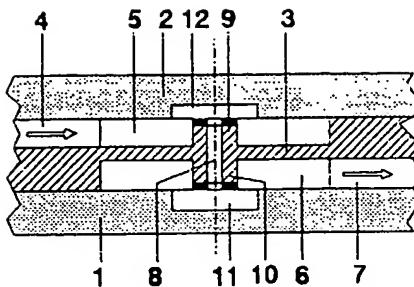


Fig. 1

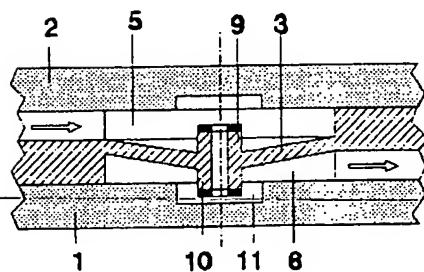


Fig. 2

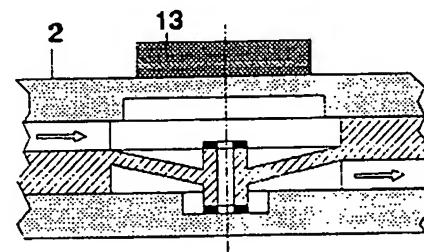


Fig. 3

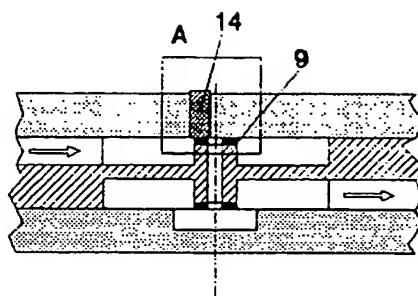


Fig. 4

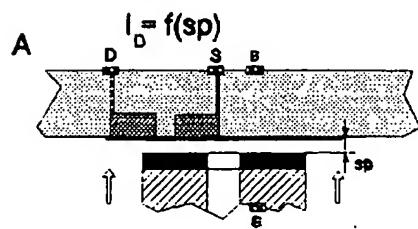


Fig. 5

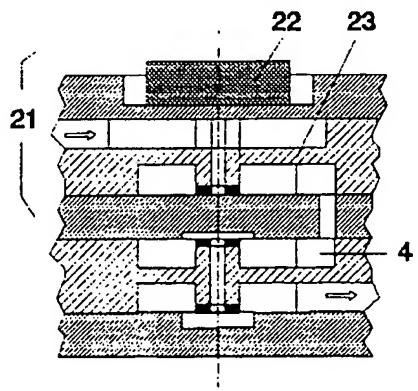


Fig. 6